

Hubungan Kadar Timah Hitam dalam Darah dengan Jumlah Lekosit, Trombosit, dan Aktifitas Superoxide Dismutase (SOD) pada Pekerja Timah Hitam di Kabupaten Tegal

The Association between Blood Lead Level with the amount of leukocyte, thrombocyte, and superoxide dismutase (SOD) activity on workers in Tegal District.

Lily Gunawan, Onny Setiani, Suhartono

ABSTRACT

Background: Air pollution is a serious matter which can damage environments also human health. In Indonesia, Lead (Pb) has huge potential to harm and to damage environments on industrial area. The inserted of lead into human bodies especially by inhaling of lead's dust through respiratory tract, most of the Lead will bounded in red blood cells, than the rest of it will be accumulated in bone marrow and soft tissues and would bring impact of disturbances of haematopoiesis, cardiovascular, renal, nervous, gastrointestinal, and reproductive systems and also carcinogenic. This study aimed to find out the degree of exposure to Lead and its effect haematologic system mainly leukocyte count, platelet count and activity of Superoxide Dismutase (SOD).

Methods: It was an observational research using cross sectional design. The subject of research was 41 workers. Blood Lead Level (BLL) as independent variable was examined using AAS. Dependent variable of this research was blood profile consist of Lekosit, Trombosit, dan Activity of Superoxide Dismutase (SOD). Data would be analyzed using Kendall Tau correlation.

Result: Blood lead level (BLL) was measured using AAS examination of 41 workers found on average 27.069 µg/dl, Permissible Exposure Limit 0.6 µg/dl – 108.3 µg/dl exceed the limit of Centre for Disease Control and Prevention (CDC=10 µg/dl). Examination of leukocyte count results $p = 0.034$ ($p < 0.05$), average 7256.9/mm³, range 3800–12700/mm³, while platelet count $p = 0.857$ ($p > 0.05$), average 277634.2/mm³, range 143000–391000/mm³, and SOD activity $p = 0.220$ ($p > 0.05$), average 82.304 U/ml, range 72.11–95.92 U/ml still normal.

Conclusion: The level of BLL on workers had been over threshold limit value (TLV) and It had significantly correlation with the level of leucocyte (p -value < 0.05)

Recommendation: Medical and preventive action are needed to restore and prevent worsening effect on health by administering medication, routine check-up, natural chelating agent and supplement and healthy environment programs applied.

Key words: Blood Lead Level (BLL), leukocyte count, platelet count, Superoxide Dismutase (SOD) activity.

PENDAHULUAN

Pembangunan industri pada saat ini menyebabkan paparan logam berat diantaranya adalah Timbal atau timah hitam atau Plumbum (Pb). Mayoritas timah hitam berasal dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, emisi industri dan penggunaan cat bangunan yang mengandung timah hitam. Timah hitam juga dapat mencemari air minum karena adanya kontaminasi dari pipa, solder wire dan kran air. Logam timah hitam tersebut memiliki potensi dampak negatif terhadap kesehatan manusia, baik jangka pendek maupun jangka panjang.¹

Pemaparan kronis timah hitam dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia terutama terhadap sistem hematopoetik, sistem saluran cerna, sistem ekresi, fungsi hati, sistem syaraf terutama menurunnya IQ pada anak-anak, encephalopati, gangguan

kardiovaskuler.² Timah hitam juga meningkatkan radikal bebas, meningkatkan asupan oksigen secara sistemik, sehingga meningkatkan aktifitas *Superoxide Dismutase (SOD)* yang dapat menyebabkan stres oksidatif sehingga berakibat pada kerusakan oksidatif sel dalam berbagai jaringan.³

Penggunaan Timah hitam kini semakin meluas ke berbagai bidang seperti dalam industri logam, aki, cat, industri bahan pengkilap keramik, bahan insektisida, pada pembangkit listrik tenaga panas, dan pada industri bahan bakar untuk ditambahkan ke dalam bensin sebagai anti knock. Penggunaan timah hitam yang semakin banyak dan meningkat ini justru semakin menambah kemungkinan orang terpajan timah hitam. Bukan hanya para konsumen dari produk yang mengandung timah hitam tersebut, tetapi juga produsennya sendiri bisa

dr. Lily Gunawan, M.Kes, RSUD Kajen Kabupaten Pekalongan
dr. Onny Setiani, Ph.D, Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP
Dr.dr. Suhartono, M.Kes, Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP

terkena timah hitam, terutama pekerjaanya. Paparan tersebut bisa memasuki tubuh manusia melalui banyak cara yaitu melalui saluran pernafasan (*inhalasi*), saluran pencernaan (*oral*) dan kulit(*dermal*).⁴

Distribusi timah hitam dilingkungan sangat bervariasi dari suatu tempat ketempat lain dan perlu diwaspadai. Pada anak, masuknya timah hitam dari cat bangunan tua sedangkan pada orang dewasa dari tempat bekerja dan makanan yang banyak mengandung timah hitam.⁵ Problema intoksikasi timah hitam yang lebih luas adalah kadar timah hitam yang terdapat di udara yang dapat diabsorpsi melalui paru dengan baik. Berkisar 30-50% timah hitam yang terhirup akan diabsorpsi kedalam darah.⁶

Timah hitam akan mempengaruhi proses hematopoiesis yaitu dengan menghambat pembentukan sel-sel darah termasuk menghambat diferensiasi lekosit dan trombosit dari myeloblast dalam sumsum tulang.⁷ Paparan timah hitam akan menstimuli lekosit dan trombosit dengan memperlihatkan peningkatan kebutuhan oksigen dan memproduksi superoksida. Superoksida secara spontan mengalami dismutasi sehingga terbentuk hidrogen peroksida (H₂O₂) dan oksigen peroksida (O₂⁻). Reaksi ini akan terjadi peningkatan yang luar biasa akibat kerja enzim *Superoxide Dismutase (SOD)*.⁸

Kabupaten Tegal merupakan sentra pengrajin logam diantaranya Perkampungan Industri Kecil (PIK) Kebasen, yaitu suatu kawasan pengolahan logam seluas 1,8 hektar, yang berjarak sekitar 1 Km dari pemukiman penduduk, 300 meter dari fasilitas umum, dapat menampung 60 pengrajin skala kecil dengan 120 tungku pengecoran dan PT Lut Putra Mandiri, terlihat lingkungan kerja yang dipenuhi asap, ventilasi yang sangat minim, tidak terdapat blower atau jendela sebagai jalan sirkulasi udara, cerobong asap yang kecil.

Pekerja pada perkampungan industri kecil Kebasen ini berperilaku kurang baik yaitu tidak cuci tangan sebelum makan, tidak memakai sendok di waktu makan, dan sebagai syarat untuk bekerja tidak menggunakan masker yang standar (*half mask*), mengenakan baju

lengan pendek, tidak menggunakan alas kaki (sepatu), dan penutup kepala. Kondisi ini semua memungkinkan para pekerja yang ada di lingkungan perkampungan industri kecil ini terkena dampak yang ditimbulkan dari pengolahan limbah tersebut.⁹

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kadar timah hitam dalam darah dengan jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas *Superoxide Dismutase (SOD)* pada Pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen kabupaten Tegal.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, observasional dengan pendekatan deskriptif dan analitik, waktu penelitian menggunakan pendekatan *Cross sectional*. Populasi penelitian adalah pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupaten Tegal. Sampel diambil secara acak sederhana (*simple random sampling*), yaitu dengan cara semua anggota populasi dijumlah, dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu dengan lotere atau undian di tempat penelitian¹⁰ dengan besar sampel 41 pekerja. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar timah hitam dalam darah, dan variabel terikat terdiri dari 1). jumlah lekosit 2). jumlah trombosit dan 3). aktifitas *Superoxide Dismutase (SOD)*. Pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner dan pengambilan sampel darah. Data dianalisis dengan uji Korelasi Kendall Tau dan Independent t test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Subyek Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa rerata umur pekerja adalah 34,8 tahun, dengan umur termuda 20 tahun dan tertua 60 tahun, masa kerja responden antara 1 tahun sampai 8 tahun dengan rerata 4,5 tahun. Secara rinci dapat dilihat pada tabel 1 dibawah in.

Hasil Pemeriksaan laboratorium

Analisis deskriptif hasil pemeriksaan kadar timah hitam dalam darah dan jumlah lekosit, jumlah trombosit

Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian.

No	Variabel	Mean	SD	Min	Max
1	Umur (tahun)	34,7	10,10	20	60
2	Masa kerja (tahun)	4,5	2,02	1	8

Tabel 2. Analisis deskriptif hasil pemeriksaan kadar Pb darah dengan jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupaten Tegal

No	Variabel	Mean	SD	Min	Max	NAB/kadar normal
1	Pb darah	27,80	19,415	0,6	108,3	10µg/dl (CDC)
2	Jumlah lekosit	7256,9	2141,83	3800	12700	4000-10000/mm ³
3	Jumlah trombosit	277634,2	64862,46	143000	391000	150000-400000/mm ³
4	Aktifitas SOD	82,304	6,0937	72,11	95,92	20-90 U/ml

dan aktifitas SOD pada pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil (PIK) Kebasen Kabupaten Tegal dapat dilihat pada tabel 2.

Pada tabel 2 diatas diperoleh gambaran analisis deskriptif rerata kadar Pb dalam darah adalah 27,80 µg/dl. Nilai rerata tersebut diatas ambang toksik yang telah ditetapkan oleh *Centre for Disease Controle and prevention (CDC)* yaitu 10 µg/dl. Pada pemeriksaan jumlah leukosit menunjukkan rerata 7256,9 sel/mm³ dan jumlah trombosit dengan rerata 277634,2 sel/mm³. Hasil pemeriksaan aktifitas SOD diperoleh rerata 82,304 U/ml.

Paparan timah hitam pada pekerja melalui saluran pernafasan berasal dari debu yang ada diudara. Logam timah hitam yang terhirup masuk kedalam paru-paru dan akan berikatan dengan darah paru-paru serta di edarkan ke seluruh jaringan tubuh. Kira-kira 90 % logam timah yang terserap dalam darah dan akan berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah (eritrosit), sehingga hemoglobin tidak dapat berikatan dengan besi (Fero⁺). Dengan demikian bila seseorang mengabsorpsi timah hitam di udara, kandungan timah hitam dalam darah akan meningkat dan kadar hemoglobin akan menurun. Demikian pula timah hitam akan masuk kedalam sumsum tulang dan menghambat proses hematopoesis (pembentukan sel darah), sehingga sel-sel muda banyak dikeluarkan dan mudah terjadi hemolisis.⁹

Kebiasaan Subyek Penelitian

Distribusi responden tentang kebiasaan memakai APD, kebiasaan merokok, lama bekerja, riwayat penyakit pada pekerja timah hitam dapat dilihat pada tabel 3.

Pada tabel 3 diatas diperoleh gambaran bahwa para pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen semuanya (100 %) dalam bekerja tidak menggunakan APD standar. Hal ini disebabkan karena tidak disediakan atau tidak mempunyai APD standar. Sebanyak 29 pekerja (70,7 %) mempunyai kebiasaan merokok dan sebanyak 12 pekerja tidak merokok (29,3 %), dengan lama bekerja lebih dari 8 jam sebanyak 21 pekerja (51,2 %) dan 20 pekerja bekerja 8 jam sehari (48,8 %), serta pada semua pekerja terlihat tidak mempunyai riwayat penyakit (100%).

Masuknya timah hitam kedalam tubuh tidak hanya melalui paparan udara (inhalasi), tetapi juga dapat dari sumber yang lain yaitu makanan dan minuman (oral) juga dapat melalui kontak lewat kulit (dermal), lewat mata, serta lewat parentral. Kadar timah hitam dalam darah dan timah hitam mempunyai waktu paruh dalam darah yang lambat sekitar 25 hari, pada jaringan lunak 40 hari dan pada tulang 25 tahun. Mengingat sifat ekresinya yang sangat lambat ini menyebabkan timah hitam mudah terakumulasi dalam tubuh.²

Tabel 3. Distribusi responden tentang pemakaian APD, kebiasaan merokok, lama bekerja, riwayat penyakit pada pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupaten Tegal.

Variabel	n	%
Pemakaian APD		
Ya	0	0,0
tidak	41	100,0
Kebiasaan merokok		
Ya	29	70,7
Tidak	12	29,3
Lama kerja > 8 jam/hr		
Ya	21	51,2
Tidak	20	48,8
Riwayat penyakit		
Ya	0	0,0
Tidak	41	100,0

Tabel 4. Hasil analisis uji *kendall's Tau* antara kadar Pb dalam darah dengan jumlah leukosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupaten Tegal

Variabel	Pb dalam darah	
	rho	P
Jumlah leukosit	-0,232	0,034*
Jumlah Trombosit	0,020	0,857
Aktifitas SOD	0,135	0,220

Hubungan Kadar Timah Hitam dalam Darah

Hubungan beberapa variabel bebas deng profil darah

Hasil uji normalitas didapatkan data yang berdistribusi tidak normal untuk umur, masa kerja, lama kerja, kebiasaan merokok, kadar Pb darah ($p < 0,05$), dan yang berdistribusi normal untuk jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD ($p > 0,05$). Sehingga uji yang digunakan untuk mengetahui hubungan variabel bebas dan terikat adalah uji korelasi *Kendall's Tau*.

1. Hubungan antara kadar Pb dalam darah dengan jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD pada pekerja timah hitam.

Hasil uji *Kendall's Tau* membuktikan terdapat hubungan kadar timah hitam dalam darah dengan jumlah lekosit adalah dengan $p = 0,034$, dan $\rho = -0,232$. Namun hasil uji tersebut menunjukkan tidak terdapat hubungan kadar timah hitam dengan jumlah trombosit dan aktifitas SOD dengan masing-masing $p = 0,857$ dan $p = 0,220$ ($p > 0,05$) dengan $\rho = 0,135$ dan $0,220$.

Pada jumlah lekosit yang rendah, terjadi penghambatan pembentukan lekosit, sedangkan pada jumlah lekosit yang lebih dari normal menunjukkan bahwa terjadi peningkatan lekosit terutama netrofil sebagai sel fagositik. Lekosit yang berfungsi sebagai fagositik, akan memerlukan peningkatan konsumsi oksigen yang cepat, sebagai ledakan respirasi (*oxygen burst/respirasi burst*).³ Fenomena ini mencerminkan pemakaian oksigen yang cepat dengan diikuti periode interval selama 15-60 detik dan produksi sejumlah besar derivat reaktif dari pemakaian oksigen tersebut. Adanya aktifitas fagositosis oleh lekosit akan menghasilkan radikal bebas dan *Reactive Oxygen Species (ROS)*, sehingga menyebabkan gangguan aktifitas SOD.³

Gangguan trombosit serupa dengan gangguan lekosit (netrofil) yaitu melibatkan interaksi stimulus dengan reseptor, aktivasi protein G, stimuli fosfolipase C dan pembebasan inositol trifosfat yang menyebabkan peningkatan kadar ion Ca^{2+} intrasel dan aktivasi protein kinase C.³

Pada penelitian ini jumlah trombosit memberikan nilai normal dengan hubungan yang dapat diabaikan. Dalam hal ini pengaruh paparan timah hitam terhadap gangguan trombosit lebih ringan dari pada terhadap gangguan lekosit. Tubuh memiliki mekanisme proteksi yang menetralkan radikal bebas yang terbentuk, antara lain dengan adanya enzim-enzim *Superoxidase Dismutase (SOD)*, *Catalase (CAT)*, dan *Glutathion peroxidase (GPx)*.¹¹ Namun dalam kondisi tertentu, radikal bebas dapat melebihi sistem pertahanan tubuh,¹² kondisi ini disebut sebagai stress oksidatif, yaitu keseimbangan antara radikal bebas dengan kemampuan antioksidan didalam tubuh akan terganggu yang akhirnya akan menyebabkan kerusakan jaringan. Perusakan sel oleh radikal bebas didahului oleh kerusakan membran sel.¹²

2. Hubungan antara kadar timah hitam dalam darah, jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas Superoxide Dismutase (SOD) dengan umur, masa kerja (tahun), dan lama kerja (jam per hari) pada pekerja timah hitam.

Berdasarkan tabel 5, hasil uji *Kendall's Tau* membuktikan tidak terdapat hubungan antara kadar timah hitam dalam darah, jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD dengan umur, masa kerja dan lama kerja pada pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen.

Tabel 5. Gambaran uji *Kendall's Tau* antara kadar Pb dalam darah, jumlah lekosit, jumlah trombosit dan aktifitas Superoxide Dimutase (SOD) dengan umur, masa kerja, lama kerja pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupaten Tegal

variabel	Umur		Masa kerja		Lama kerja	
	rho	p	rho	p	rho	p
Pb darah	0,020	0,857	-0,031	0,791	0,130	0,322
Jumlah lekosit	0,065	0,558	0,001	0,991	0,107	0,418
Jumlah trombosit	-0,191	0,083	-0,161	0,170	0,034	0,794
Aktifitas SOD	0,024	0,830	-0,104	0,380	0,081	0,540

Tabel 6. Hasil uji *Independent Sample Test* profil darah berdasarkan kebiasaan merokok.

Variabel		Kebiasaan merokok		
		Ya	Tidak	p
Jumlah lekosit	N	29	12	0,437
	Mean	72426,55	6846,67	
Jumlah trombosit	N	29	12	0,761
	Mean	280000	273000	
Aktifitas SOD	N	29	12	0,760
	Mean	82,113	82,765	

3. Hubungan jumlah leukosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD dengan kebiasaan merokok.

Berdasarkan tabel 6 diatas, hasil uji *Independent Sample Test* membuktikan tidak ada perbedaan pada jumlah leukosit, jumlah trombosit dan aktifitas SOD ($p > 0,05$) bersarkan kebiasaan merokok pada pekerja di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupaten Tegal.

SIMPULAN

1. Rerata kadar timah hitam dalam darah pekerja di Perkampungan Industri Kecil Kebasen Kabupten Tegal diatas ambang toksik, namun rerata jumlah leukosit, jumlah trombosit, dan aktifitas Superoxide Dismutase (SOD) masih dalam batas normal.
2. Ada hubungan antara kadar timah hitam dalam darah dengan jumlah leukosit, namun tidak terdapat hubungan antara kadar timah hitam (Pb) dalam darah dengan jumlah trombosit dan aktifitas SOD ($p > 0,05$).
3. Tidak ada perbedaan jumlah leukosit, jumlah trombosit dan aktifitas Superoxide Dismutase (SOD) berdasarkan kebiasaan merokok pada pekerja timah hitam di Perkampungan Industri Kecil (PIK) Kebasen Kabupaten Tegal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suherni. Keracunan Timbal di Indonesia. The lead group Inc. September 2010. p.1-19.
2. Widyaningrum, Miskiyah, Suismono. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan pencemaran nya. Buletin pasca panen pertanian. Vol 3 . 2007, p: 16-27
3. Murray Robert K et al. Biokimia Harper. Sel darah merah dan sel darah putih bab 11. Penerbit Buku kedokteran EGC. Edisi 25. 2003, p: 346-364

4. Suksmerri. Dampak pencemaran logam timah hitam (Pb) terhadap kesehatan. Jurnal kesehatan masyarakat maret - September 2008, p: 200-202.
5. Ardyanto Denny. Deteksi pencemaran timah hitam (Pb) dalam darah masyarakat yang terpajan timbal (Plumbum). Bagian kesehatan & keselamatan kerja (K3) FKM Universitas Airlangga.
6. Widowati, Wahyu, Sastiono A, Jusuf R. Efek toksik logam, pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Jogjakarta: Andy Offset, 2008.
7. Quillen.H.James. *Lead Poisoning*. Departemen of acadademic Affairs. Johnson City. TN 37614 423-439-8005.
8. Farmand farbort, et al , *Lead induce dysregulation of superoxide dismutase, catalase, gutatione peroxidase, and guanylate cyclase*. Environmental Research online july 2004.
9. O.K Adeyemo, O.B Adedeji, C.C Ofor. *Blood lead level as biomarker of environmental lead pollution in feral and cultured African catfish (clarias gariepinus)*. Nigerian veterinary journal. Vol 31(2), 2010.
10. Sugiyono. Statistika untuk penelitian. Bandung: Alfabeta; 1999.
11. Masagus, Inawati W.S. Aktivitas spesifik manganese *superoxide dismutase (Mn SOD)* dan katalase pada hati tikus yang diinduksi hipoksia sistemik : hubungan nya dengan kerusakan oksidatif. *Media litbang kesehatan* vol 22 nomor 2, juni. 2012
12. NI Z, Hou S, Barton CH, Vaziri ND, Lead exposure raises superoxide and Hydrogen Peroxide in human endothelial and vascular smooth muscle cells, University of california Journals, dec, 2004.